

Kreuzgelenkanordnung für den Einsatz in Gelenkwellen

Patent number: DE29824596U
Publication date: 2001-10-31
Inventor:
Applicant: VOITH TURBO KG (DE)
Classification:
- **international:** F16D3/41
- **european:** F16D3/38B2; F16D3/41
Application number: DE19982024596U 19981110
Priority number(s): DE19982024596U 19981110; DE19981051771
19981110

Report a data error here

Abstract not available for DE29824596U

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Gebrauchsmusterschrift
10 DE 298 24 596 U 1

51 Int. Cl. 7:
F 16 D 3/41

21	Aktenzeichen:	298 24 596.5
67	Anmeldetag:	10. 11. 1998
	aus Patentanmeldung:	198 51 771.8
47	Eintragungstag:	31. 10. 2001
43	Bekanntmachung im Patentblatt:	6. 12. 2001

- 73 Inhaber:
Voith Turbo GmbH & Co. KG, 89522 Heidenheim,
DE
- 74 Vertreter:
Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

DE 298 24 596 U 1

54 Kreuzgelenkanordnung für den Einsatz in Gelenkwellen

57 Kreuzgelenkanordnung (2) für den Einsatz in Gelenkwellen

1.1 mit wenigstens einer, aus zwei Gelenkgabelhälften (8, 9), umfassend wenigstens jeweils einen Flanschteil und einen Lagerteil, bildbaren Gelenkgabel (4);

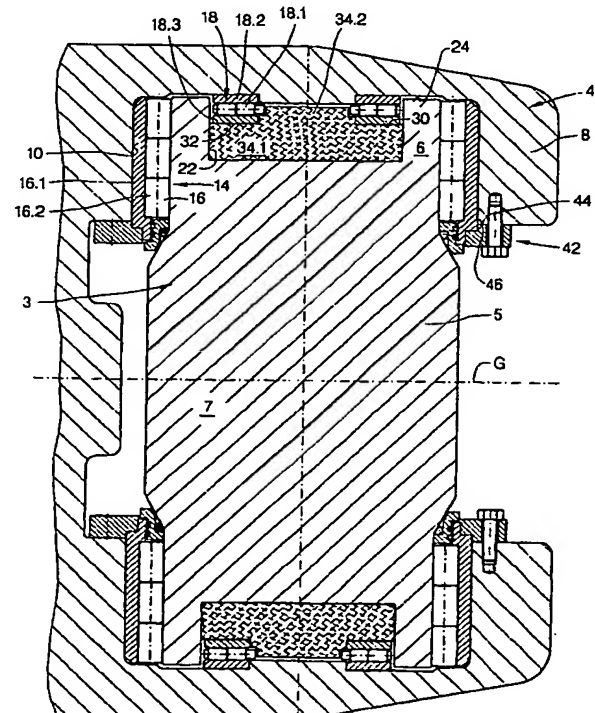
1.2 mit einer, in der Gelenkgabel (4) mittels einer, einer Lagerbohrung (10, 11) im Lagerteil der jeweiligen Gelenkgabelhälfte (8, 9) zugeordneten Lageranordnung (12, 13) gelagerten Zapfenanordnung (5) eines Zapfenkreuzes (3), wobei die Lageranordnung (12, 13) wenigstens ein Axiallager (18, 19) umfaßt;

gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

1.3 die Lagerbohrungen (10, 11) der einzelnen Gelenkgabelhälften (8, 9) sind als Blindbohrung ausgeführt oder mit formschlüssig gehaltenem Deckel von innen;

1.4 das Axiallager ist im Bereich der Stirnseite (20, 21) des in der Gelenkgabelhälfte (8, 9) gelagerten Zapfens (6, 7) angeordnet;

1.5 zur wenigstens mittelbaren elastischen Abstützung wenigstens einer Laufbahn des Axiallagers (18, 19) an der Gelenkgabel (4) oder dem Zapfen des in der entsprechenden Gelenkgabelhälfte (8, 9) gelagerten Zapfens (6, 7) ist ein Stützelement vorgesehen, welches aus einem Werkstoff besteht, der eine Elastizität von einem Bruchteil der Elastizität des Werkstoffes Stahl aufweist.

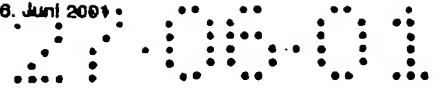


DE 298 24 596 U 1

Kreuzgelenkanordnung für den Einsatz in Gelenkwellen

Die Erfindung betrifft eine Kreuzgelenkanordnung für den Einsatz in Gelenkwellen, im einzelnen mit den Merkmalen aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Kreuzgelenkanordnungen, insbesondere Lageranordnungen für Kreuzgelenkanordnungen für den Einsatz in Gelenkwellen sind in einer Vielzahl von Ausführungen für eine Vielzahl von Einsatzbeispielen bekannt. Stellvertretend wird dazu auf einen Sonderdruck Voith Forschung und Konstruktion, Heft 33 (1998), Aufsatz 10 "Entwicklung wälzgelagerter Gelenkwellen für die Hauptantriebe schwerer Walzgerüste" sowie den Voith-Druck G 1135, 11.91, verwiesen. Diese Druckschriften offenbaren Ausführungen von Kreuzgelenkanordnungen für Gelenkwellen, welche wenigstens ein Zapfenkreuz umfassen, welches in wenigstens einer Gelenkgabel gelagert wird. Die Gelenkgabel selbst kann einteilig oder zweiteilig ausgeführt sein. Zur Anbindung des Zapfenkreuzes in der Gelenkgabel ist jeweils für den einzelnen Zapfen eine entsprechende Lageranordnung vorgesehen. Die Lageranordnung umfaßt dabei wenigstens ein Radiallager und vorzugsweise auch ein Axiallager. Für die Anordnung des Axiallagers bestehen eine Vielzahl von Möglichkeiten, wobei jedoch unter Berücksichtigung der auftretenden Verformungen während des Betriebes der Gelenkwelle eine entsprechende konstruktive Auslegung der einzelnen Elemente der Lagerung vorgenommen wird. Aus dem Aufsatz 10 aus Voith Forschung und Konstruktion, Heft 33, ist dabei eine Ausführung mit einem Radial-/Axiallager bekannt, bei welcher die einzelnen Bauelemente der Lagerung, die Dichtungen, die Anschlußkonstruktion der Lager und die das Drehmoment übertragenden Flanschverbindungen hinsichtlich der Spannungsverteilungen und Verformungen unter Last sorgfältig aufeinander abgestimmt sind. Das Radiallager besteht bei dieser Ausführung aus drei vollrolligen Zylinderrollenreihen, die im Innenring bordgeführt sind. Der

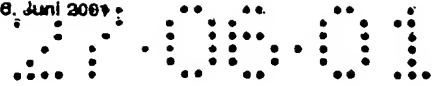


Radiallager-Innenring stützt sich über einen Bund an den Zapfenstirnseiten ab. Ein nach außen weisender Bund am anderen Ringende bildet die innere Laufbahn des Axiallagers. Die Axialkraft wird bei dieser Ausführung über die Zapfenstirnseite eingeleitet. Durch den konischen Übergang zwischen Zylinder und Grundkörper ist ein Einfädeln des Zapfenkreuzes in die ungeteilte Gelenkgabel trotz großer Zapfenquerschnitte möglich. Außerdem können bei dieser Anordnung die Werkstoffe den unterschiedlich zugeordneten Funktionen entsprechend ausgewählt werden, d.h. hochfester Vergütungsstahl für das im Gesenk geschmiedete Zapfenkreuz und gewalzter Einsatzstahl für die Lagerhülse. Die Problematik einer derartigen Lageranordnung besteht darin, daß die einzelnen Wälzlager durch hohe Drehmomentstöße und gleichzeitige Querschleunigungen, insbesondere beim Einsatz in Walzwerksantrieben, beansprucht werden. Die stoßartigen Belastungen bei großen und sich rasch verändernden Beugewinkeln verursachen dabei elastische Verformungen der Gelenkgabel sowohl im Bereich der Flansche als auch innerhalb des Gabelauges. Die Bohrung weitet sich und nimmt dabei in der Regel eine unrunde Form an. Die größte Verformung am Zapfenkreuz verursacht jedoch die Einleitung der Umfangskraft. Ihre Richtung oszilliert mit dem positiven oder negativen Wert des Betriebsbeugewinkels und wechselt außerdem mit jedem Reversivorgang. Diese betriebs- sowie konstruktionsbedingten Einflüsse ergeben Fluchtungsfehler mit einer ungünstigen Lasteinleitung in das Lager, nämlich einen Mittenversatz der Gabelbohrung, Schrägstellung der Bohrung, Durchbiegung des Zapfens sowie ein Radialspiel im Wälzlager und die Einfederung des Wälzlagers. Die Folge ist dabei eine ungleichmäßige radiale Druckverteilung in der Lagerbohrung und führt von einer Linien- zur Punktberührung an den Kontaktstellen der Wälzkörper und zu überhöhten Kantenspannungen. Die Wälzlageranschlußteile, Zapfenkreuz und Gelenkgabel, sind deshalb bezogen auf die Verformungswege aufeinander abgestimmt. Da die Axiallager von schweren Kreuzgelenken in der Regel im Wurzelbereich des Zapfens angeordnet sind, führen diese aufgezeigten



Einflüsse zu einem Verkippen der Axiallager-Laufbahnen. Den größten Einfluß
übt dabei die Verformung des Zapfens an der Wurzel aus, da hier die
Krümmung der Biegelinie analog dem Biegemoment am größten ist. Dies
führt in einem Segment des Axiallagers zu hohen Kantenspannungen und in
5 dem gegenüberliegenden Segment zum Abheben der Rollen, was eine
drastische Tragzahlminderung zur Folge hat. Um einen einfachen
konstruktiven Aufbau einer Radial-/Axiallagereinheit der Kreuzgelenke zu
ermöglichen, wurden daher bisher die Lagerhülse mit ihren Laufbahnen für
beide Lager über Zylinder- und Stirnfläche des Zapfens zentriert und axial
10 fixiert. Biegt sich nun der Zapfen unter einer Last durch, so folgt die
Lagerhülse einer Tangente, die an der Biegelinie des Zapfenendes anliegt.
Die Planparallelität bleibt somit auch bei Belastung des Zapfenkreuzes
erhalten. Ein wesentlicher Nachteil einer derartigen Ausführung besteht jedoch
darin, daß die Ausgestaltung der einzelnen Lagerelemente relativ kompliziert
15 ist und eine Vielzahl von Elementen, insbesondere hinsichtlich der Ausführung
des Lagerdeckels, bedingen. Bei der konstruktiven Ausführung, insbesondere
Auslegung der einzelnen Bauelemente, ist dabei immer auf die
möglicherweise auftretenden Verformungswege abzustellen, so daß es nicht
möglich ist, unabhängig von der Kenntnis dieser Einflüsse eine befriedigende
20 Konstruktion bereitzustellen.

Eine andere Lösung zur Anbindung der Lagerung ist aus der EP 0 785 370
A1 bekannt. Bei dieser ist dem Innenring des Radiallagers in Einbaulage in
axialer Richtung innenliegend ein Bund zugeordnet, der sich radial von der
25 Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens wegerstreckt. Unter
axialer Richtung wird eine Richtung im wesentlichen parallel zur Zapfenachse
des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens verstanden, wobei die
Betrachtungsweise ausgehend von der Gelenkachse erfolgt. Unter
Gelenkachse wird dabei die verlängerte Achse des mit der Gelenkgabel
30 verbundenen Bauteiles verstanden, die sich durch den direkten oder in eine
Ebene projizierten Schnittpunkt der Zapfenachsen erstreckt. Die



Zapfenachsen der zueinander um jeweils 90° versetzten Zapfen können dabei in einer gemeinsamen Ebene liegen oder aber zueinander versetzt in einander parallelen Ebenen. Der Bund des Innenringes des Radiallagers bildet wenigstens mittelbar die in axialer Richtung äußere Lauffläche des Axiallagers. Dies bedeutet, daß der Bund zum einen direkt die Lauffläche für die Rollen oder die andersartig ausgeführten Wälzelemente des Axiallagers bilden kann. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, daß lediglich die Lauffläche des Axiallagers, d.h. der Außenring des Axiallagers - in Einbaulage bezogen auf den Zapfen betrachtet -, sich an diesem abstützt. Der Außenring des Radiallagers weist in Einbaulage in axialer Richtung einen inneren Bund auf, der sich radial in Richtung der Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens erstreckt. Der Bund des Außenringes des Radiallagers bildet wenigstens mittelbar die in axialer Richtung innere Lauffläche des Axiallagers. Der Außenring weist des weiteren einen in Einbaulage in axialer Richtung außenliegenden sogenannten äußeren Bund auf, dem ein Anschlag im Gabelauge zugeordnet ist. Dem Innenring ist des weiteren ein in Einbaulage in axialer Richtung äußerer Bund zugeordnet, der zur Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens hin ausgerichtet ist und einen axialen Anschlag für den Sitz des Innenringes im stirnseitigen Bereich des Zapfens bildet. Dieser äußere Bund ist kraft- und/oder formschlüssig mit dem in der Gelenkgabel gelagerten Zapfen verbindbar. Dieser Bund kann derart ausgeführt sein, daß dieser mit dem Innenring eine bauliche Einheit bildet. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß der Bund von einem separaten Bauteil gebildet wird. Dieses separate Bauteil kann beispielsweise deckelförmig gestaltet sein. Der Deckel ist vorzugsweise derart gestaltet, daß dieser mit wenigstens einem ersten Teil seiner Deckelinnenfläche, unter welcher die in Einbaulage zur Gelenkachse gerichtete Deckelfläche verstanden wird, auf der Stirnseite des Zapfens des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens aufliegt und mit einem zweiten Teil seiner Deckelinnenfläche in Einbaulage einen Anschlag für den Innenring des Radiallagers bildet. Mit dieser Ausführung wird entgegen der ansonsten

angestrebten steifen Lagerkonstruktion eine elastische Anbindung des Axiallagers erreicht. Diese Art der elastischen Anbindung führt zu einem besseren Tragbild der einzelnen Lager und damit einer höheren Lebensdauer der Lagereinheiten und auch der gesamten Kreuzzapfengelenkanordnung. Ein wesentlicher Nachteil einer derartigen Ausführung besteht jedoch darin, daß diese einen erheblichen konstruktiven und fertigungstechnischen Aufwand bedingt, da die Anbindung der Zapfen an den Gelenkgabelhälften eine Vielzahl von Bauelementen erfordert, welche die beschriebenen Funktionen übernehmen. Aufgrund der erforderlichen Abstimmung der einzelnen Elemente zueinander ist die Schaffung einer derartigen Lageranordnung sehr kostenintensiv.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Kreuzgelenkanordnung der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, daß die genannten Nachteile vermieden werden. Im einzelnen soll die Kreuzgelenkanordnung einen einfachen Aufbau sowie eine geringe Anzahl von Bauteilen aufweisen. Die Ausschaltung der negativen Einflüsse bei Verformung der drehmomentübertragenden Bauteile auf die Lageranordnung, insbesondere das Axiallager, soll ohne Kenntnis der konkreten Verhältnisse des Einsatzfalles mit einer möglichst standardisierten Lösung ausgeschlossen werden können. Die vorgeschlagene Lösung soll sich dabei durch einen geringen konstruktiven fertigungstechnischen Aufwand sowie niedrige Kosten auszeichnen.

Die erfindungsgemäße Lösung ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 charakterisiert. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind jeweils in den Unteransprüchen beschrieben.

Eine Kreuzgelenkanordnung für den Einsatz in Gelenkwellen umfaßt wenigstens eine, aus zwei Gelenkgabelhälften, umfassend jeweils wenigstens einen Flanschteil und einen Lagerteil, bildbare Gelenkgabel. In der Gelenkgabel ist wenigstens eine Zapfenanordnung eines Zapfenkreuzes

27.06.01

gelagert. Die Gelenkgabel bzw. jede der Gelenkgabelhälften weist dazu wenigstens eine Lagerbohrung auf, welche im Lagerteil der jeweiligen Gelenkgabelhälfte angeordnet ist, und eine Lageranordnung, die der Lagerbohrung zugeordnet ist. Die Lageranordnung selbst umfaßt wenigstens ein Axiallager. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, die Lagerbohrung der einzelnen Gelenkgabelhälfte als Blindbohrung auszuführen, d.h. die Gestaltung der Gelenkgabelhälfte erfolgt als geschlossene Ausführung. Die Anordnung des Axiallagers erfolgt im Bereich der Stirnseite des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens, d.h. in deren Nähe. Die Anordnung kann dabei außerhalb des Zapfens oder innerhalb der Zapfenbohrung erfolgen. Wenigstens eine der Laufbahnen des Axiallagers stützt sich wenigstens mittelbar an der Gelenkgabel oder dem in der Gelenkgabel gelagerten Zapfen des Zapfenkreuzes über entsprechende Mittel elastisch ab. Unter Zapfenachse wird dabei immer die Symmetrieachse der in einer Gelenkgabel gelagerten Zapfenanordnung verstanden. Jede Zapfenanordnung eines Zapfenkreuzes umfaßt zwei Zapfen, welche um 180° zueinander versetzt angeordnet sind, d.h. eine gemeinsame Symmetrieachse aufweisen und im Bereich der Zapfenwurzeln miteinander gekoppelt sind. Unter Gelenkachse wird die Achse verstanden, welche durch den Schnittpunkt der Zapfenachsen eines in der Gelenkgabel gelagerten Zapfenkreuzes verläuft und in der Regel mit der Rotationsachse der Gelenkgabel bzw. der Symmetrieachse des an die Gelenkgabel anschließenden antriebsseitigen oder abtriebsseitigen Bauelementes zusammenfällt.

Die Mittel umfassen wenigstens ein zwischen einer Laufbahn bzw. einem eine Laufbahn tragenden Element des Axiallagers und der Gelenkgabel oder dem Zapfen der in der Gelenkgabel gelagerten Zapfenanordnung angeordnetes Zwischenelement, umfassend wenigstens ein Stützelement. Zur elastischen Abstützung ist wenigstens ein Stützelement vorgesehen, welches vorzugsweise in Form eines scheibenförmigen Elementes ausgeführt ist und wenigstens eine Laufbahn des Axiallagers gegenüber dem Zapfen des in der

DE 298 24 598 U1

entsprechenden Gelenkgabelhälfte gelagerten Zapfens oder der Gelenkgabel
abstützt. Erfindungsgemäß besteht das Stützelement dabei aus einem
Werkstoff mit der Eigenschaft einer Elastizität, welche im Bereich vom 200 bis
2000 % der Elastizität des Werkstoffes Stahl liegt und somit eine Einfederung
des Axiallagers ermöglicht.

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht es, daß unabhängig von der Größe
der auftretenden Verformungen am Zapfenkreuz und den dieses umgebenden
Bauelementen immer eine Planparallelität der einzelnen Laufbahnen des
Axiallagers auf einfache Art und Weise verwirklicht, wobei gleichzeitig eine
einfache Ausgestaltung der Lageranordnung in einer geschlossenen
Gelenkgabelausführung realisiert wird. Diese Ausführung ist besonders für
hohe Belastungen geeignet. Die Funktion, welche ansonsten von einem
separaten Lagerdeckel, welcher dem Lagerteil und insbesondere der
Lagerbohrung zugeordnet ist, übernommen wurde, wird jetzt von der
Gelenkgabel selbst übernommen. Diese ist in der Regel als Vollgußbauteil
ausgeführt und somit nicht durch die, die Lagerung aufnehmende
Lagerbohrung geschwächt.

Des weiteren wird durch den Versatz des Axiallagers in den Bereich der
Zapfen-Stirnseite des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens Bauraum für das
Radiallager in axialer Richtung gewonnen.

Die konkrete Auswahl des Werkstoffes für das Stützelement zur elastischen
Anbindung des Axiallagers an den Anschlußelementen, insbesondere in der
Lagerbohrung der Gelenkgabel und dem Zapfen des Zapfenkreuzes, liegt im
Ermessen des auf dem Gebiet der Konstruktion von derartigen
Kreuzgelenkanordnungen tätigen Fachmannes. Wesentlich dabei ist, daß der
auszuwählende Werkstoff eine Elastizität aufweist, welche einem Bruchteil der
von Stahl entspricht. Vorzugsweise wird ein Werkstoff gewählt, dessen

Elastizität in einem Bereich von ca. 200 bis 2000 % der Elastizität von Stahl und damit 2 bis 20 mal höher als Stahl liegt.

Das Stützelement, welches vorzugsweise scheibenartig ausgeführt ist, ist
5 vorzugsweise einteilig und als Vollelement ausgeführt und in wenigstens zwei
Teilbereiche unterschiedlichen Durchmessers unterteilbar, einen ersten
Teilbereich und einen zweiten Teilbereich, wobei der erste Teilbereich
wenigstens eine Laufbahn des Axiallagers bildet und sich an einem
Anschlußelement abstützt. Der erste Teilbereich weist dazu einen größeren
10 Durchmesser als der zweite Teilbereich auf, wobei die vom Anschlußelement -
Gelenkgabel oder Zapfen - wegweisende Stirnfläche im Bereich des
Außenumfanges des ersten Teilbereiches die Laufbahn für das Axiallager
bildet. Der sich daran anschließende zweite Teilbereich dient in der Regel der
Abstützung des die Laufbahn des Axiallagers bildenden Elementes in radialer
15 Richtung bezogen auf die Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten
Zapfens.

Denkbar ist auch eine Ausführung, bei welcher die Laufbahnen für das
Axiallager vom Stützelement selbst gebildet werden, wobei jedoch in diesem
20 Fall eine entsprechende Bearbeitung wenigstens des Laufflächen tragenden
Bereiches am Stützelement erfolgen muß.

Für die Anordnung des Axiallagers selbst bestehen ebenfalls eine Mehrzahl
von Möglichkeiten, dieses ist jedoch immer im Bereich der Stirnfläche des in
25 der Gelenkgabel gelagerten Zapfens des Zapfenkreuzes angeordnet. Die
konkrete Anordnung kann

- a) außerhalb des Zapfens des in der Gelenkgabel gelagerten
Zapfenkreuzes in der Lagerbohrung, d.h. ausgehend von der
30 Gelenkachse oberhalb der Stirnseite des Zapfens oder

- b) innerhalb einer sich von der Stirnseite des in der Gelenkgabelhälfte
gelagerten Zapfens zur Gelenkachse G hin erstreckenden
Zapfenbohrung oder
- c) direkt in Höhe der Stirnseite des in der Gelenkgabel gelagerten
Zapfens angeordnet werden.

5

Je nach Auswahl der Anordnungsmöglichkeit des Axiallagers in oder
außerhalb der Zapfenbohrung erfolgt die Zwischenschaltung des
Stützelementes mit dem elastischen Teilbereich zum Ausgleich der
10 Relativbewegung unter dem Einfluß der Umfangskraft zwischen dem
Zapfenkreuz und der Gelenkgabel. Vorzugsweise erfolgt bei Anordnung des
Axiallagers in der Zapfenbohrung eine direkte Abstützung der inneren
Lauffläche des Axiallagers an der von der Gelenkachse G wegweisenden
Fläche der Zapfenbohrung. Die äußere Lauffläche stützt sich dann über das
15 Stützelement elastisch an der Gelenkgabel ab. Das Stützelement ist in
Einbaulage betrachtet somit von der Gelenkachse G ausgehend in Richtung
der Zapfenachse oberhalb des Axiallagers angeordnet. Im anderen Fall, d.h.
bei Anordnung des Axiallagers außerhalb der Zapfenbohrung, erfolgt
vorzugsweise die elastische Anbindung über das Stützelement am Zapfen des
20 Zapfenkreuzes, wobei das Stützelement sich in der Zapfenbohrung an dem in
der Gelenkgabel gelagerten Zapfen abstützt. Für beide Ausführungen können
die gleichen Elemente, jedoch mit Vertauschung der Funktionen, bezogen auf
die Teilbereiche verwendet werden. Für das Axiallager selbst besteht die
Möglichkeit, die Axiallager-Laufbahnen von separaten Bauelementen zu
25 bilden, beispielsweise von ringförmigen Laufringen, welche sich an den
Anschlußelementen bzw. dem Stützelement abstützen, oder aber diese durch
entsprechende Bearbeitung an den Anschlußelementen, Gelenkgabel oder
Zapfen bzw. Zapfenbohrung und Stützelement direkt auszubilden.
Vorzugsweise wird, wenigstens eine Lauffläche am Anschlußelement direkt
30 ausgebildet, da diese Lösung ein optimales Verhältnis bezüglich
Bauraumbedarf der Lageranordnung und der übertragbaren Kräfte ermöglicht.

Die erfindungsgemäße Lösung wird nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Darin ist im einzelnen folgendes dargestellt:

- 5 Figur 1a verdeutlicht schematisch in vereinfachter Darstellung eine erfindungsgemäße Ausführung einer Zapfenlageranordnung für eine Kreuzgelenkanordnung in Einbaulage in einer Schnittdarstellung durch ein Zapfenkreuz;
- 10 Figur 1b verdeutlicht in schematisch stark vereinfachter Darstellung die unter Belastung auftretenden Verformungen an den einzelnen Elementen der Kreuzgelenkanordnung gemäß Figur 1;
- Figur 2 verdeutlicht eine Ausführung gemäß der Figur 1a mit einer Weiterbildung des Stützelementes.

15 Die Figur 1a verdeutlicht schematisch in vereinfachter Darstellung die konstruktive Gestaltung einer erfindungsgemäßen Ausführung einer Zapfenlageranordnung 1 für eine Kreuzgelenkanordnung 2 in Einbaulage in einer Schnittdarstellung durch ein Zapfenkreuz 3 in einer durch die Zapfenachse Z1 und die Gelenkachse G beschreibbaren Ebene in einer Ansicht auf eine in einer Gelenkgabel 4 gelagerte Zapfenanordnung 5 eines

20 Zapfenkreuzes. In dieser Figur sind zur Veranschaulichung lediglich die beiden Zapfen 6 und 7 der Zapfenanordnung 5 dargestellt, welche in der Gelenkgabel 4 gelagert sind. Die Zapfen einer Zapfenanordnung, hier die Zapfen 6 und 7 der Zapfenanordnung 5 weisen dabei die gleiche Symmetrieachse S auf, welche im dargestellten Fall der Zapfenachse Z1

25 entspricht. Die Gelenkgabel 4 umfaßt zwei Gelenkgabelhälften, eine erste Gelenkgabelhälfte 8 und eine zweite Gelenkgabelhälfte 9. Die beiden Gelenkgabelhälften 8 und 9 als bauliche Einheit fungieren als Flanschmitnehmer für einen mit der Gelenkgabel 4 koppelbaren Wellenstrang, welcher antriebsseitig oder abtriebsseitig in einem Antriebsstrang angeordnet

30 sein kann. Die Kopplung zwischen dem an die Gelenkgabelhälfte 4 anschließenden Wellenstrang erfolgt dabei kraft- und/oder formschlüssig.

- Zusätzlich können Mittel vorgesehen werden, welche eine Zentrierung der Lage der beiden Gelenkgabelhälften 8 und 9 zueinander in Einbaulage des Wellenstranges betrachtet in axialer Richtung und gleichzeitig oder zusätzlich in beliebiger Richtung zur Gelenkachse G ermöglichen. Die entsprechende
- 5 Kopplung der beiden Gelenkgabelhälften 8 und 9 miteinander zur Vermeidung einer zu stark wechselnden Beanspruchung der in Richtung der Gelenkachse G ausgerichteten und wirkenden Verbindungselemente während des Betriebes, d.h. der Drehmomentenübertragung über die Kreuzgelenkanordnung, kann vielgestaltig ausgeführt sein. Denkbar sind auch
- 10 hier Verbindungen, welche eine formschlüssige und/oder kraftschlüssige Kopplung der beiden Gelenkgabelhälften 8 und 9 in einer Richtung im wesentlichen parallel zur Gelenkachse G zueinander und/oder einer Richtung in einem Winkel zur Gelenkachse G ermöglichen.
- 15 Das Zapfenkreuz 3 ist mit seiner Zapfenanordnung 5, insbesondere den Zapfen 6 und 7 in der Gelenkgabel 4 im Bereich von deren Lagerbohrungen 10 bzw. 11 mittels jeweils einer Lageranordnung 12 bzw. 13 gelagert. Über die Lagerbohrung 10 bzw. 11 stützen sich die Zapfen 6 bzw. 7 eines Zapfenkreuzes wenigstens mittelbar an den Gelenkgabelhälften 8 bzw. 9 ab.
- 20 Die zu den in der Gelenkgabel 4 gelagerten weiteren Zapfen des Zapfenkreuzes 3 um jeweils 90° zu den Zapfen 6 und 7 angeordneten Zapfen sind in einer weiteren hier nicht im einzelnen dargestellten Gelenkgabel, umfassend ebenfalls zwei Gelenkgabelhälften, im Bereich von deren Lagerbohrungen mittels ebenfalls jeweils einer Lageranordnung gelagert. Die
- 25 hier nicht dargestellte Gelenkgabel für die weiteren Zapfen des Zapfenkreuzes 3 sind dann mit einem Maschinenteil je nach Kopplung der Zapfen 6 und 7 mit einem antriebsseitigen oder abtriebsseitigen Bauelement mit einem abtriebsseitigen bzw. antriebsseitigen Bauelement gekoppelt. Die Zapfenachsen der einzelnen Zapfen des Zapfenkreuzes 3, unter denen jeweils
- 30 die Achsen durch die Zapfen 6 und 7 und die hier nicht dargestellten, um 90° zu diesen Zapfen versetzt angeordneten Zapfen, verstanden werden, können

dabei in einer Ebene oder in zwei zueinander in Einbaulage in axialer Richtung parallel versetzten Ebenen der miteinander zu koppelnden antriebsseitigen und abtriebsseitigen Elemente betrachtet, angeordnet werden. Die Lageranordnung 12 bzw. 13 umfaßt jeweils ein Radiallager 14 bzw. 15 mit jeweils einem Außenring 16.1 bzw. 17.1, den Wälzelementen 16.2 bzw. 17.2 und evt. einen Innenring 16.3 bzw. 17.3, auf welchen jedoch in der Ausführung entsprechend Fig. 1a verzichtet wurde, sowie ein Axiallager 18 bzw. 19. Die Lageranordnung 12 umfaßt dabei das Radiallager 14 und das Axiallager 18, während die Lageranordnung 13 das Radiallager 15 und das Axiallager 19 umfaßt. Erfindungsgemäß weisen die Gelenkgabelhälften 8 und 9 lediglich eine Lagerbohrung 10 bzw. 11 in Form einer sogenannten Blindbohrung auf. Dies bedeutet, daß in Einbaulage des Zapfenkreuzes 3, insbesondere in Richtung der Zapfenachse Z1 der Zapfen 6 und 7, betrachtet, die Ausführung der Gelenkgabelhälfte geschlossen erfolgt. Diese umschließt sozusagen den in der Gelenkgabel gelagerten Zapfen. Ein separater Lagerdeckel, der von außen geschraubt wird, entfällt, diese Funktion wird durch die geschlossene Ausführung, der Gelenkgabelhälfte 8 bzw. 9 mitübernommen.

Das Axiallager 18 bzw. 19 ist im Bereich der von der Gelenkachse G weg weisenden Stirnseite 20 bzw. 21 des Zapfens 6 bzw. 7 angeordnet. Dabei kann das Axiallager 18 bzw. 19 in einer im Bereich der Stirnseite 20 bzw. 21 der Zapfen 6 bzw. 7 angeordneten Zapfenbohrung 22 bzw. 23 angeordnet werden. Die Zapfenbohrungen 22, 23 erstrecken sich jeweils von der Stirnseite 20 bzw. 21 in Richtung der Zapfenachse Z1 und weisen eine Symmetrieachse auf, welche mit der Zapfenachse zusammenfällt. Das Axiallager 18 bzw. 19 umfaßt wenigstens die Wälzelemente 18.1 bzw. 19.1. Die Wälzelemente 18.1 bzw. 19.1 stützen sich jeweils an einer zur Gelenkachse G, unter welcher die Achse durch den in eine Ebene gelegten Schnittpunkt der Zapfenachsen Z1 und Z2 zu verstehen ist, gerichteten Stirnfläche 24 bzw. 25, welche durch die als Blindbohrung 10 bzw. 11

ausgeführten Lagerbohrungen in der Gelenkgabelhälfte 8 bzw. 9 gebildet wird, wenigstens mittelbar ab. Dies bedeutet, daß entweder die zur Gelenkachse G gerichtete Stirnfläche der Lagerbohrung 10 bzw. 11 direkt eine Lauffläche für die Wälzelemente 18.1 bzw. 19.1 bildet, oder zwischen den
5 Wälzelementen 18.1 bzw. 19.1 des Axiallagers 18 bzw. 19 ein separates, eine erste Lauffläche bildendes, ringförmiges Element 18.2 bzw. 19.2 vorgesehen werden kann, welches den Außenring des Axiallagers in Einbaulage von der Gelenkachse G ausgehend betrachtet, bildet. Die zweite in axialer Richtung von der Gelenkachse G ausgehend in Einbaulage betrachtet in Richtung der
10 Zapfenachse Z1 innenliegende Lauffläche 18.3 bzw. 19.3 wird von einem Element 28 bzw. 29 gebildet. Dieses Element wird als Stützelement bezeichnet und ist deckelförmig gestaltet. Es weist in radialer Richtung bezogen auf die Zapfenachse Z1 betrachtet an ihrer von der Gelenkgabelachse G weggerichteten Stirnseite 30 bzw. 31 einen Teilbereich
15 32 bzw. 33 auf, welcher vorzugsweise im Bereich des Außenumfanges des Stützelementes 28 bzw. 29 vorgesehen ist, welcher die Lauffläche für die Wälzelemente 18.1 bzw. 19.1 bildet. Das Stützelement weist dabei wenigstens zwei Bereiche auf, einen ersten Teilbereich 34.1 bzw. 35.1 und einen zweiten Teilbereich 34.2 bzw. 35.2. Vorzugsweise bilden diese beiden Teilbereiche
20 eine bauliche Einheit. Es besteht jedoch auch theoretisch die hier nicht dargestellte Möglichkeit, diese Elemente als separate Elemente auszuführen und miteinander form- und/oder kraftschlüssig zu verbinden.

Der erste Teilbereich 34.1 bzw. 35.1 ist dabei in der Zapfenbohrung 22 bzw.
25 23 angeordnet, wobei eine Kopplung mit dem Zapfenkreuz 3 über eine entsprechende Preßpassung realisiert wird. Dies bedeutet, daß der Außenumfang 36.1 im ersten Teilbereich 34.1 und die Abmessungen der Zapfenbohrung 22 für diesen Teilbereich, insbesondere deren Durchmesser mit der entsprechenden Toleranz für die Gestaltung eines Preßsitzes
30 ausgeführt sind. Eine Bewegbarkeit des Stützelementes 28 gegenüber der Zapfenbohrung 22 in axialer Richtung, d.h. in Richtung parallel zur

5 Zapfenachse Z1, wird dabei vermieden. Das Stützelement 28 selbst besteht aus einem Werkstoff, welcher eine Elastizität aufweist, die im Bereich von 2 bis 20 % der Elastizität des Werkstoffes Stahl liegt. Damit ist es möglich, eine Kippstellung der Axiallagerlaufbahnen 18.2 bzw. 18.3 je nach Auswahl des Werkstoffes ca. 2 bis 20 Mal elastischer gegenüber Stahlstützstrukturen abzufedern. Vorzugsweise ist das Stützelement aus Kohlefaser-Werkstoff gefertigt.

10 Da die Verformung der drehmomentübertragenden Bauteile des Kreuzzapfengelenkes dabei in Umfangsrichtung der Kraft am größten ist, kann es in der Lagerung zu einer ungleichmäßigen Lastverteilung kommen und es wird somit nur noch ein Bruchteil der möglichen Tragzahl genutzt, wobei insbesondere die daraus resultierende fehlende Planparallelität der Axiallagerlaufbahnen eine vorzeitige Ermüdung der Laufbahnen und der Wälzkörper sowie eine möglicherweise zusätzliche plastische Verformung mit ihren Folgen wie Pittings oder ähnliches bewirken kann, sind Mittel zum Ausgleich der Verformung bei Drehmomentbelastung vorgesehen. Diese sind in der Figur 1a in Form eines elastischen Stützelementes 28 bzw. 29 ausgeführt. Die Ausführung als sogenanntes biegeweiches Zwischenstück ermöglicht die Übernahme der Funktion einer Federeinheit zwischen der Axiallagerlaufbahn und den Anschlußelementen - Gelenkgabel oder Zapfen.

25 Die Zapfenbohrung 22 bzw. 23 kann derart ausgeführt sein, das diese über ihre axiale Erstreckung nur einen Durchmesser aufweist, was von Vorteil bei der Fertigung des Zapfens ist. Denkbar sind jedoch auch Ausführungen mit wenigstens zwei Teilbereichen unterschiedlicher Abmessungen, wie in Fig. 2 dargestellt, wobei vorzugsweise der zweite Teilbereich einen stetig abnehmenden Durchmesser aufweist. In diesem Fall ist das Stützelement jedoch ebenfalls derart auszuführen, daß es im zweiten Teilbereich der Zapfenbohrung mit dieser in Wirkverbindung tritt. Die Ausführung von Zapfenbohrung 22.2 und Stützelement 28.2 erfolgt dabei in zueinander

komplementärer Weise, so daß das Stützelement im zweiten Teilbereich 22.22 der Zapfenbohrung 22 und über wenigstens einen Teil des ersten Teilbereiches 22.21 in axialer Richtung in der Zapfenbohrung 22.2 fixiert ist. Dies geschieht vorzugsweise durch Auswahl entsprechender Passungen
5 zwischen Stützelement 28.2 und der Zapfenbohrung 22.2 in den entsprechenden Bereichen 22.21 bzw. 22.22. Unter zweitem Teilbereich wird dabei der Bereich der Zapfenbohrung 22.2 verstanden, welcher zwischen dem ersten Teilbereich 22.21 und der Gelenkachse G angeordnet ist.

10 Die durch die Querschleunigung entstehenden Axialkräfte, die in Richtung der Zapfenachse Z1 von der Gelenkachse G weg, hier beispielsweise in Richtung der Gelenkgabelhälfte 8, wirken, führen zu einer Belastung des in dieser Richtung liegenden Axiallagers 18 und zu einer Entlastung des in Zapfenachsrichtung entgegen der Wirkungsrichtung der Axialkräfte auf der
15 Seite der Gelenkgabelhälfte 9 liegenden Axiallagers 19. Das entlastete Lager kann in diesem Betriebszustand als passives Lager und das belastete als aktives Lager bezeichnet werden. In dieser Ausführung bewirkt eine in Richtung der Zapfenachse Z1 von der Gelenkachse G wegwirkende Axialkraft eine Beanspruchung des Axiallagers 18. Die Kräfte werden sowohl über den
20 Preßsitz zwischen dem ersten Teilbereich 34.1 des Stützelementes und dem ersten Teilbereich der Zapfenbohrung 22.1 in das Axiallager 18 eingeleitet. Über die Wälzelemente 18.1 werden die Kräfte auf den Außenring 18.2 und damit die Gelenkgabelhälfte 8 übertragen. Es erfolgt somit immer eine Kraftübertragung über das in Krafrichtung liegende Axiallager.

25 Zur Fixierung der Lage des Außenringes 16.1 des Radiallagers 16 in axialer Richtung kann diesem ein Anschlag in der Lagerbohrung 10 zugeordnet sein. Der Anschlag wird dabei von der zur Gelenkachse G hin ausgerichteten Stirnseite 24 der Lagerbohrung 10 gebildet. Zur Fixierung gegenüber der
30 Gelenkachse G ist dem Außenring des Radiallagers wenigstens ein durch eine ringförmige Fläche beschreibbarer Anschlag 42 zugeordnet, welcher mit

der Gelenkgabelhälfte 8 verschraubbar ist und mit seiner zum Außenring 16.1 des Radiallagers 14 hinweisenden Fläche 44 einen Anschlag für wenigstens einen Teil der zur Gelenkachse G hinweisenden Stirnfläche 46 des Außenringes 16.1 des Radiallagers 14 bildet.

5

In der Figur 1b sind die Verhältnisse beim Auftreten stoßartiger Belastungen bei großen und sich rasch verändernden Beugewinkeln an der Gelenkgabel 4, beispielhaft hier für die Gelenkgabelhälfte 8 wiedergegeben, dargestellt. Die größte Verformung am Zapfenkreuz 3 wird dabei durch Einleitung der Umfangskraft verursacht. Ihre Richtung oszilliert mit einem positiven oder negativen Wert des Betriebebeugewinkels und wechselt außerdem mit jedem Reversiervorgang um 180°. Diese betriebs- und konstruktionsbedingte Einflüsse ergeben Fluchtungsfehler mit einer ungünstigen Lasteinleitung in die Lager, nämlich Mittenversatz der Lagerbohrung 10, Schrägstellung der Lagerbohrung 10, Durchbiegung des Zapfens 6 sowie Radialspiel in den Wälzlagerungen, insbesondere am Radiallager 14 und Einfederung des Wälzlagers. Infolgedessen kommt es zu einer ungleichmäßigen radialen Druckverteilung in der Lagerbohrung 10 und führt von einer Linien- zur Punktberührung an den Kontaktstellen der Wälzkörper 16.1 und zu überhöhten Kantenspannungen. Ohne das erfindungsgemäße Vorsehen des Stützelementes 28 käme es zu einem Verkippen der Laufflächen 18.2 und 18.3 des Axiallagers 18 gegeneinander. Die Planparallelität der Laufflächen wäre somit unter Belastung nicht mehr gewährleistet. Das Abheben der Wälzelemente 18.1 bzw. die nur noch bestehende Punktberührung würde zu einer drastischen Tragzahlminderung führen. Durch die erfindungsgemäße elastische Anbindung des Axiallagers 18 können jedoch die Einflüsse der Verformung des Zapfens 6 auf die einzelnen Elemente des Axiallagers 18 ausgeschaltet werden. Nicht maßstabsgerecht zur Verdeutlichung wird aus dieser Figur ersichtlich, wie sich die Verhältnisse am Radiallager 14 darstellen, nämlich ein Abheben der Wälzelemente 16.2 von der Außenfläche 60 des Zapfens 6, welche die Lauffläche für das Radiallager 14 bildet. Unberührt von

30

der durch die Verformungen am Zapfenkreuz 3 hervorgerufene Neigung der
Stirnseite 20 des Zapfens bleibt das Stützelement im Bereich seiner die
Lauffläche für das Axiallager 18 bildenden Fläche. Der Ausgleich erfolgt über
das Stützelement, insbesondere durch die elastische Eigenschaften des
5 Werkstoffes des Stützelementes 28. Diese ermöglichen es, daß der erste
Teilbereich des Stützelementes 34.1, welcher mit der Zapfenbohrung 20
verspannt ist, ebenfalls mit der Zapfenbohrung verkippt werden kann, ohne
daß diese Verkipfung aufgrund der elastischen Eigenschaften zu einer
Zwangsmittführung der Lauffläche bzw. des die Lauffläche des Axiallagers
10 abstützenden Teiles führt.

Die Figur 2 verdeutlicht anhand einer Ausführung der Figur 1 eine weitere
Gestaltungsmöglichkeit der Stützscheibe 28. Diese weist einen weiteren
dritten Teilbereich auf, welcher gegenüber dem zweiten Teilbereich durch eine
15 stetige Durchmesserabnahme in Richtung der Zapfenachse Z1 charakterisiert
ist.

Bezugszeichenliste:

	1	Zapfenlageranordnung
5	2	Kreuzgelenkanordnung
	3	Zapfenkreuz
	4	Gelenkgabel
	5	Zapfenanordnung
	6, 7	Zapfen
10	8, 9	Gelenkgabelhälfte
	10, 11	Lagerbohrung einer Gelenkgabelhälfte
	12, 13	Lageranordnung einer Gelenkgabelhälfte
	14, 15	Radiallager
	16.1, 17.1	Außenring der Radiallager
15	16.2, 17.2	Wälzelemente des Radiallagers
	16.3, 17.3	Innenring des Radiallagers
	18, 19	Axiallager
	18.1	Wälzelemente des Axiallagers
	18.2	äußere Lauffläche des Axiallagers
20	18.3	innere Lauffläche des Axiallagers
	20, 21	von der Gelenkachse G wegweisende Stirnseite der Zapfen
	22, 23	Zapfenbohrung
	22.1	erster Teilbereich der Zapfenbohrung
	22.2	zweiter Teilbereich der Zapfenbohrung
25	24, 25	zur Gelenkachse G gerichtete Stirnfläche der Blindbohrung 10, 11
	28, 29	Stützelement
	30, 31	von der Gelenkachse G wegweisende Stirnseite des Stützelementes
30	32, 33	Teilbereich
	34.1, 35.1	erster Teilbereich des Stützelementes

- | | | |
|----|------------|--|
| | 34.2, 35.2 | zweiter, elastischer Teilbereich des Stützelementes |
| | 34.3, 35.3 | dritter Teilbereich des Stützelementes |
| | 37 | von der Gelenkachse G weggerichtete Fläche der Zapfenbohrung |
| 5 | 42 | Anschlag für Außenring-Radiallager |
| | 44 | zum Außenring des Radiallagers hinweisende Fläche des Anschlages |
| | 46 | zur Gelenkachse G hinweisende Stirnfläche des Außenringes des Radiallagers |
| 10 | 48 | von Gelenkachse G wegweisende Stirnseite des Innenringes des Radiallagers |

Ansprüche

1. Kreuzgelenkanordnung (2) für den Einsatz in Gelenkwellen
- 1.1 mit wenigstens einer, aus zwei Gelenkgabelhälften (8, 9), umfassend
5 wenigstens jeweils einen Flanschteil und einen Lagerteil, bildbaren Gelenkgabel (4);
- 1.2 mit einer, in der Gelenkgabel (4) mittels einer, einer Lagerbohrung (10, 11) im Lagerteil der jeweiligen Gelenkgabelhälfte (8, 9) zugeordneten Lageranordnung (12, 13) gelagerten Zapfenanordnung (5) eines
10 Zapfenkreuzes (3), wobei die Lageranordnung (12, 13) wenigstens ein Axiallager (18, 19) umfaßt;
gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 1.3 die Lagerbohrungen (10, 11) der einzelnen Gelenkgabelhälften (8, 9) sind als Blindbohrung ausgeführt oder mit formschlüssig gehaltenem
15 Deckel von innen;
- 1.4 das Axiallager ist im Bereich der Stirnseite (20, 21) des in der Gelenkgabelhälfte (8, 9) gelagerten Zapfens (6, 7) angeordnet;
- 1.5 zur wenigstens mittelbaren elastischen Abstützung wenigstens einer
20 Laufbahn des Axiallagers (18, 19) an der Gelenkgabel (4) oder dem Zapfen des in der entsprechenden Gelenkgabelhälfte (8, 9) gelagerten Zapfens (6, 7) ist ein Stützelement vorgesehen, welches aus einem Werkstoff besteht, der eine Elastizität von einem Bruchteil der Elastizität des Werkstoffes Stahl aufweist.
- 25 2. Kreuzgelenkanordnung (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elastizität des Werkstoffes des Stützelementes im Bereich von ca. 200 bis 2000 Prozent von Stahl liegt.
- 30 3. Kreuzgelenkanordnung (2) nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff des Stützelementes ein Kohlefaser- oder Glasfaserwerkstoff eingesetzt wird.

270501

4. Kreuzgelenkanordnung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Axiallager (18, 19) in einem Bereich außerhalb der Stirnfläche (20, 21) des in der Gelenkgabelhälfte (8, 9) gelagerten Zapfens (6, 7) des Zapfenkreuzes (3) angeordnet ist.
- 5
5. Kreuzgelenkanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Axiallager (18, 19) innerhalb einer an der Stirnfläche des Zapfens (6, 7) des in der Gelenkgabel (4) gelagerten Zapfens (6, 7) angeordneten Zapfenbohrung (22, 23) angeordnet ist.
- 10
6. Kreuzgelenkanordnung (2) nach einem der Ansprüche 4 oder 5, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
- 6.1 das Stützelement ist als scheibenförmiges Element, umfassend wenigstens zwei Teilbereiche unterschiedlichen Durchmessers - einen ersten Teilbereich und einen zweiten Teilbereich, ausgeführt;
- 15
- 6.2 der erste Teilbereich ist im Bereich der Zapfenbohrung des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens angeordnet und mit diesem in Richtung der Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens betrachtet verspannt;
- 20
- 6.3 der erste Teilbereich bildet mit seiner von der Gelenkachse wegweisenden Stirnfläche wenigstens mittelbar die in Richtung der Zapfenachse von der Gelenkachse ausgehend betrachtet innere Laufläche des Axiallagers.
- 25
7. Kreuzgelenkanordnung (2) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Laufläche des Axiallagers von einem separaten ringförmigen Bauelement gebildet wird.
- 30
8. Kreuzgelenkanordnung (2) nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teilbereich in Richtung parallel

DE 298 24 596 U1

zur Zapfenachse des in der Gelenkgabel gelagerten Zapfens betrachtet, einen im wesentlichen konstanten Durchmesser aufweist.

- 5 9. Kreuzgelenkanordnung (2) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Stützelement einen dritten Teilbereich aufweist, welcher zwischen erstem Teilbereich und Gelenkachse angeordnet ist, und in Richtung der Gelenkachse betrachtet einen stetig abnehmenden Durchmesser aufweist.

Fig.1a

